

# 5 天然ゴムラテックスの CNF 添加による摩耗性能の向上実験

花ヶ崎裕洋, 小島洋治, 吉原直也\*, 金田圭介\*

Experiment of abrasion performance enhancement by CNF addition of the natural rubber latex

HANAGASAKI Hiromi, KOJIMA Hiroharu, YOSHIHARA Naoya and KANEDA Keisuke

Cellulose nano fiber (CNF) attracts attention as the reinforcement material for plastics and rubbers. We added CNF to natural rubber latex and kneaded by stirrer or homogenizer. The CNF addition rubber films were made with CNF addition latex rubber on cotton cloth by drying. And we performed abrasion test with the CNF addition rubber film by Taber abrasion test machine. It was provided that the result that abrasion performance improved when we added CNF in latex rubber. And an equal abrasion result was provided when we stirred it in homogenizer for ten minutes and when we stirred it in a stirrer more than 20 hours. In this research N-methyl pyrrolidone improved abrasion performance for a compatibilizer most.

キーワード: セルロースナノファイバー, 天然ゴムラテックス, テーバー摩耗試験

## 1 緒 言

木質からヘミセルロース, リグニンを取り除いて作製したセルロース (化学パルプ) に機械的処理を行って製造されるセルロースナノファイバー (CNF) は軽量で高強度といった特徴があり<sup>1)~5)</sup>, 自動車用の複合材料などとして利用する研究が行われている<sup>6)~14)</sup>。本研究ではウォータージェット法で作製された CNF を天然ゴムラテックスに配合し, 天然ゴム (NR) の耐摩耗性能を向上させる検討実験を行った。

CNF は BinFi-s WMa ((株)スギノマシン製, 標準繊維長タイプ, 固形分 2%), NR ラテックスゴムは BEETEX (VON BUNDIT 社製, 高アンモニア NR ラテックス, 固形分 60%) を用いた。ゴム固形分に対し CNF 固形分が 3 wt% となるように, 図 1 に示すフローチャートのとおり CNF 添加ラテックスを調製した。相溶化剤は N-メチルピロリドンを用いた。

## 2 実験方法

### 2.1 CNF 添加天然ゴムラテックスの作製

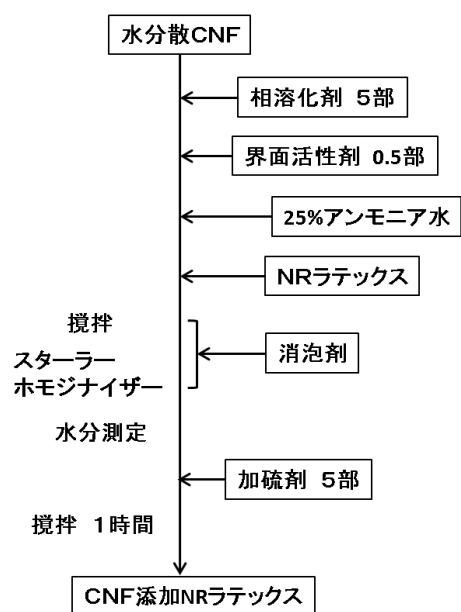


図 1 CNF 添加 NR ラテックスのフローチャート

### 2.2 熱乾燥による CNF 添加 NR フィルムの作製

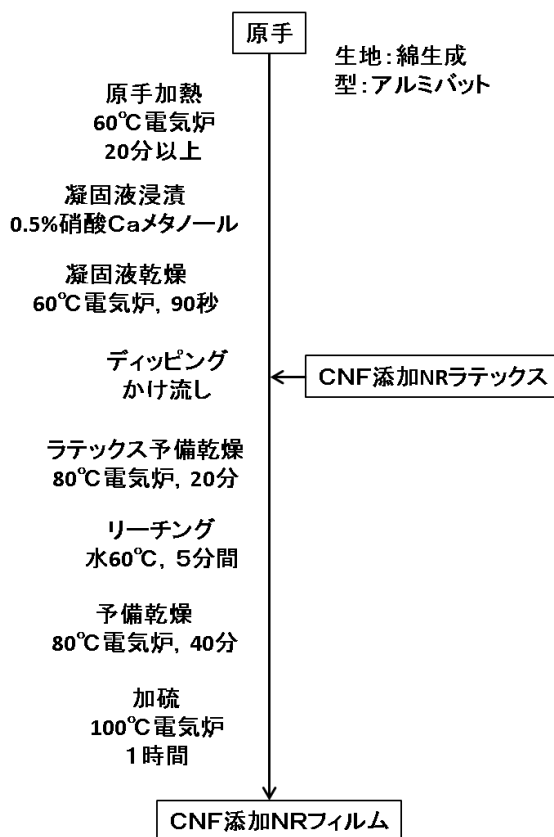


図 2 凝固法フローチャート

\*アトム株式会社

ゴム手袋への応用を想定し、**図2**に示す凝固法フローチャートに従って、綿生地の手袋を加熱し、その原手にCNF添加NRラテックスをかけ流し、乾燥加硫工程を経てCNF添加NRフィルムを作製した。その外観を**写真1**に示す。



写真1 CNF添加NRフィルム

### 2.3 摩耗試験

CNF添加NRフィルムを12cmφの中空円盤に切り取り、摩耗試験を行った。試験機はテーバー摩耗試験機を使用した。摩耗輪はH22を使用し、荷重4.9N(おもり250g)、回転速度70rpm、回転数500回に設定した。試験前後のフィルムの重量を秤量して摩耗損量を算出し、耐摩耗性評価を行った。

### 2.4 CNF添加ラテックス攪拌条件と相溶化剤の検討

CNF添加NRフィルムの耐摩耗性能を向上させるため、攪拌条件を変えてCNF添加NRフィルムを作製する実験、及びCNFと天然ゴムラテックスの分散性を上げ耐摩耗性能を向上させるために相溶化剤を替えてCNF添加NRフィルムを作製する実験を行った。

CNF添加NRラテックスを調整する際の攪拌条件を**図3**に示す6種類の条件でCNF添加NRフィルムを作製し、作製したNRフィルムを用いて摩耗試験を行った。スターラー攪拌機はMULTI MAGNETIC STIRRER TMS-4(アズワン(株)製)を用い、ホモジナイザーはCELL MASTER CM-100(アズワン(株)製)を用いて回転数は8000rpmで行った。ホモジナイザーを用いた攪拌では、攪拌後に真空ポンプを用いてCNF添加NRラテックスの減圧脱泡を行った。

相溶化剤としてN-メチルピロリドンの代わりにt-ブチルアルコール、エチレンジアミン、アセトン、ジメチルホルムアミドを用いて、スターラー攪拌20時間後にホモジナイザー攪拌10分の条件でCNF配合NRフィルムを作製し、摩耗試験を行った。

## 3 実験結果及び考察

### 3.1 CNF配合NRフィルムのテーバー摩耗試験結果

攪拌条件を変えたCNF 3wt%配合NRフィルムのテーバー摩耗試験の結果を**図3**に、相溶化剤を替えたCNF配合NRフィルムのテーバー摩耗試験の結果を**図4**に示す。

天然ゴムにCNF(BinFi-s Wma)を3wt%添加すると、テーバー摩耗試験において摩耗損量が減少し耐摩耗性能が向上していた。

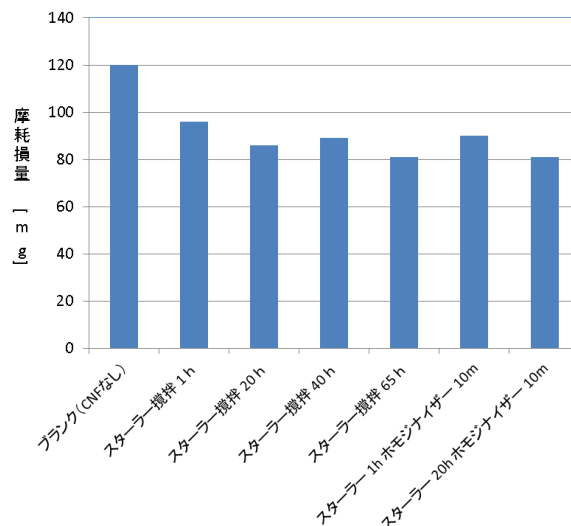


図3 攪拌条件とテーバー摩耗試験における摩耗損量

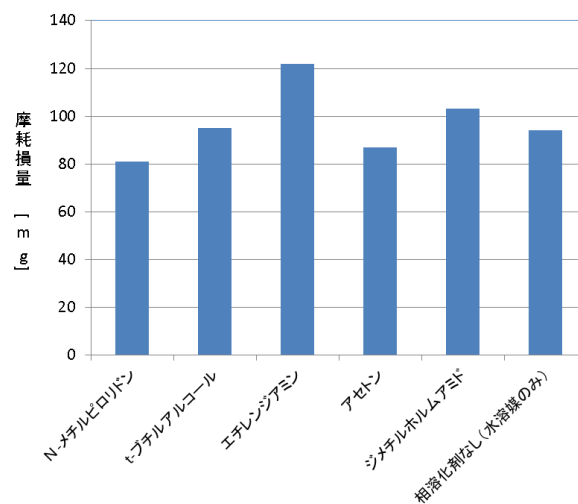


図4 相溶化剤の種類とテーバー摩耗試験における摩耗損量

CNF添加ラテックス調整時にスターラーで1時間攪拌して作製したCNF配合NRフィルムに比べ、スターラーで20時間、40時間、65時間攪拌したCNF配合NRフィルムは摩耗損量が少なく、耐摩耗性能が高い結果が得ら

れた。スターラーで長時間攪拌することにより、ラテックスゴム中で CNF の分散性が向上することが考えられる。今回作製した CNF 配合 NR フィルムでは、スターラーで 20 時間以上攪拌するという簡便な方法で、ホモジナイザーで攪拌、減圧脱泡して作製した CNF 配合 NR フィルムと同等の耐摩耗性能が得られた。

実験を行った N-メチルピロリドン、t-ブチルアルコール、エチレンジアミン、アセトン、ジメチルホルムアミドの中では、N-メチルピロリドンを相溶化剤に用いた CNF 配合 NR フィルムが最も耐摩耗性能が高い結果となった。次いで、アセトンを相溶化剤に用いた CNF 配合 NR フィルムの耐摩耗性能が高い結果となった。これにより CNF 添加天然ゴムラテックスに対しては分子構造にケトン基を持つ相溶化剤の分散効果が高いことが考えられる。

## 4 結 言

本研究では、天然ゴムラテックスに CNF を添加し、摩耗性能を向上させる目的で実験を行った。調製した CNF 添加ラテックスをフィルム状に乾燥させ、摩耗試験を行った結果、以下のことがわかった。

- (1) 天然ゴムに CNF (BinFi-s Wma) を 3wt% 添加すると、テーパー摩耗試験において摩耗損量が減少し耐摩耗性能が向上していた。
- (2) スターラーで 20 時間以上攪拌して CNF 配合 NR フィルムを作製すると、ホモジナイザーで攪拌、減圧脱泡して作製した CNF 配合 NR フィルムと同等の耐摩耗性能が得られた。
- (3) 今回実験を行った相溶化剤の中では、N-メチルピロリドンをを用いた CNF 配合 NR フィルムの耐摩耗性能が最も高く、次いでアセトンを相溶化剤に用いた

CNF 配合 NR フィルムの耐摩耗性能が高い結果となった。

## 文 献

- 1) 近藤：木材学会誌, 54(2008), 107
- 2) B.L.Peng 他： The Canadian Journal of Chemical Engineering. 89(2011), 1191
- 3) 磯貝：セルロースの材料科学, 東京大学出版会 (2001)
- 4) 磯貝：東京大学農学部演習林報告, 126, (2011), 1
- 5) 齋藤他：第 59 回日本木材学会大会研究発表要旨集 (2009), 58
- 6) 岩本他：第 64 回日本木材学会大会研究発表要旨集 (2014), 51
- 7) 北野他：第 64 回日本木材学会大会発表要旨集 (2014), 102
- 8) 伊佐他：第 64 回日本木材学会大会研究発表要旨集 (2014), 164
- 9) 花ヶ崎他：第 64 回日本木材学会大会研究発表要旨集 (2014), 172
- 10) 野上他：第 65 回日本木材学会大会研究発表要旨集 (2015), 91
- 11) 花ヶ崎他：第 65 回日本木材学会大会研究発表要旨集 (2015), 171
- 12) 小島他：第 65 回日本木材学会大会研究発表要旨集 (2015), 171
- 13) 花ヶ崎他：第 66 回日本木材学会大会研究発表要旨集 (2016), 199
- 14) 花ヶ崎他：第 67 回日本木材学会大会研究発表要旨集 (2017), 213